

海底直下横断の長距離泥水式推進による複合地盤への対応

東邦ガスネットワーク(株)

林 恭史

(株)大林組 正会員 田中 善広 ○安河 慶一

1. はじめに

本工事は、東邦ガスネットワーク(株)の都市ガスパイプライン拡大整備事業のうち、衣浦港直下に、泥水式推進工法にて海底トンネルを築造する工事である。本稿では長距離・支障物・複雑な土質等の過酷な条件の下での施工方法および対策について報告する。

2. 工事内容および土質条件

本工事は衣浦港を横断する外径 $\phi 2,350$ mm、内径 $\phi 2,000$ mm、延長 632.4m、最大土被り 25.0m の海底トンネルを、泥水式推進工法により構築する工事である。

図-1 に掘削対象となる平面図、土質縦断面図を示す。当該区間は東海層群・常滑累層からなる地層である。この層は知多半島の中・北部の丘陵主部を構成する地層で、伊勢湾周辺にかつて存在した古東海湖を埋積した河成-湖成堆積物である。層相は砂、固結シルトの互層であり、撓曲帯を除き 3~7° 程度の傾斜をもつ。掘削対象となる固結シルト層 (Tc3、Tc4)、砂層 (Ts1~Ts4) とともに N 値 50 以上であり、ところどころに最大 20cm 程度の木片を混入する亜炭層を挟む。また、Tc2 層はみがき砂 (細粒分含有率 90%) と呼ばれる火山ガラスからなる火山灰層である。

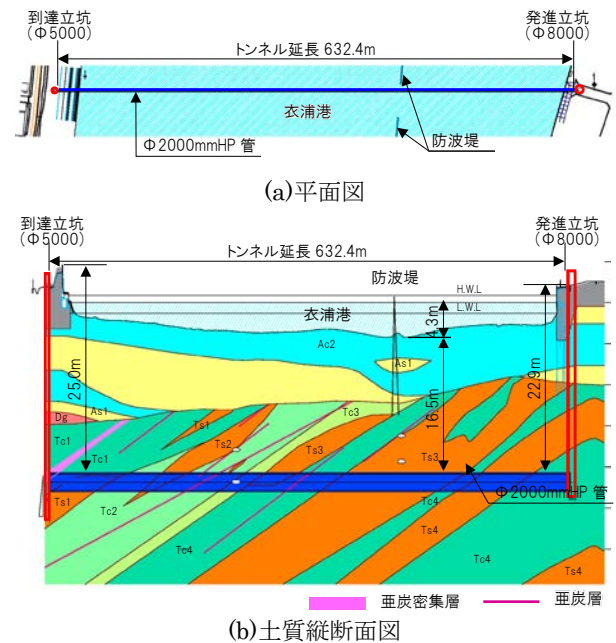


図-1 推進工区路線図

3. 課題

- (1) 固結シルト層掘削時 固結シルトが大割れし、排泥管の閉塞を発生させること、また、掘削土砂がカッター面板に付着し、面板スリットを閉塞させ、掘削土砂の取込不良が発生することが推測された。
- (2) 亜炭層掘削時 大きな木片及び亜炭片が出現すると、チャンバー内や排泥管内で閉塞し、掘進不能となる可能性がある。
- (3) みがき砂層掘削時 みがき砂に多く含まれる石英分により、ビット摩耗が大きくなることが予想された。

4. 複雑な地盤への対応方法

(1) 固結シルト層の対応

図-2 に推進機全体図を、図-3 にカッター構造図を示す。固結シルト塊が直接チャンバー内に取り込まれないようにカッターには面板を装備し、一方で、固結シルトが面板に付着し、面板スリットが閉塞することで、掘削土の取込み不足やカッタートルク上昇が発生しないように、開口率を可能な限り大きく設定することとした。泥水式推進機の一般的な開口率は 10~30% であるが、40% 程度を目標に設定しようとしたが、後述する木片および亜炭片の取込寸法から設定した開口幅を考慮して、32% となった。また、掘削土砂の取込不足が生じやすい面板中央付近での閉塞が予測されたため、カッター中央から送泥水を噴射できる構造とした。

(2) 木片及び亜炭片への対応

木片や亜炭片のチャンバー内や排泥管での閉塞現象への対策は、(1) 固結シルト層への対応で述べたとおり、

キーワード 固結シルト, 木片, 火山灰, 泥水式推進, アームクラッシャー

連絡先 〒447-0079 愛知県碧南市松原町 1 丁目 20-1 (株)大林組 南部幹線シールド工事事務所 TEL0566-91-7621

開口率を大きく設定するために、面板による取込制限ではなく、チャンバー内に取り込み後、破碎処理とした。ただし、木片が大きすぎると破碎不足の恐れがあったため、木片の対応寸法は土質調査結果から得られた 20cm 程度として、開口幅を設定した。破碎処理方法は、チャンバー内でアームクラッシャーにより大割りして排泥管 $\Phi 200\text{mm}$ 内に取り込んだ後、推進機後方の排泥管に追加装備したラインクラッシャーで破碎し、排泥管 $\Phi 100\text{mm}$ へ取込むこととした。アームクラッシャーはチャンバー内のセンターシャフトに取り付けたクラッシャースポークとフードの内側に設置した棒状ビットの間で、木片などをすり潰す機構となっている。

(3) みがき砂への対応

みがき砂は火山ガラスを主成分とするため、過去の実績から安全側をみて、Tc2 層での摩耗係数を通常の 3 倍とした予測摩耗量を考慮して、チップ長を設定した。

5. 施工実績

図-4 に掘進速度、カッタートルク、スラスト荷重（センターシャフト荷重を切羽面積で割った数値）を示す。固結シルト層（Tc4、Tc3）掘削時には、スラスト荷重が増加し、掘進速度が低下した。これは掘削した固結シルトがカッター面板に付着し、面板のスリットが閉塞したため、掘削土の取込み不足が発生したと推測された。追加対策として、作業終了時に、粘性低減剤を面板センターの注水孔から注入し、面板に付着している粘性土を除去し、掘削時にはセンター注水を併用することにより、カッター面板の完全閉塞を防止することができた。

木片や亜炭片等は、土質調査通り出現したが、アームクラッシャーやラインクラッシャー等により、地上プラントの振動節から木片チップとして排出され、チャンバー内や排泥管で閉塞しなかった。木片や亜炭片に対して、4. (2) で述べた今回採用の破碎処理方法が有効であったと評価できる。

図-5 に管周面摩擦力を示す。Ts 層掘削時には周面摩擦力が増加したため、追加距離 280m 付近から滑材を計画値よりも多く注入して対応した。みがき砂層では、同様の対応でも周面摩擦力が急激に増加したことから、他の砂層よりも内部摩擦角が大きく、ビット摩耗に対しても厳しい条件であったと推察された。一方、みがき砂層ではビット摩耗による切削不良でカッタートルクが上昇することはなく、到達後のビット摩耗状態も健全であったことから、摩耗検討条件は適正であり、長距離掘進を無事完了させることができたと考える。

6. あとがき

本工事では地下水圧 0.21MPa の高水圧における到達作業となった。推進機引抜き作業時には止水隔壁室を用いることで、出水なく無事到達した。今後、本工事で得られた知見を同様の推進工事に参考にして頂けると幸いである。

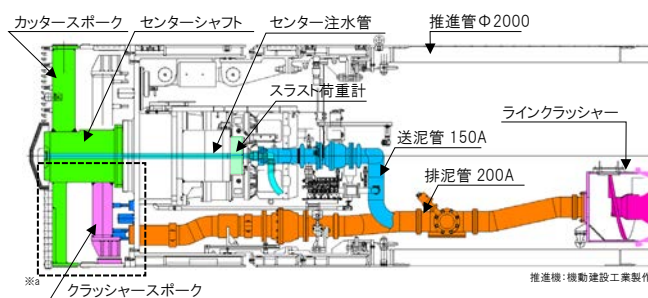


図-2 推進機全体図

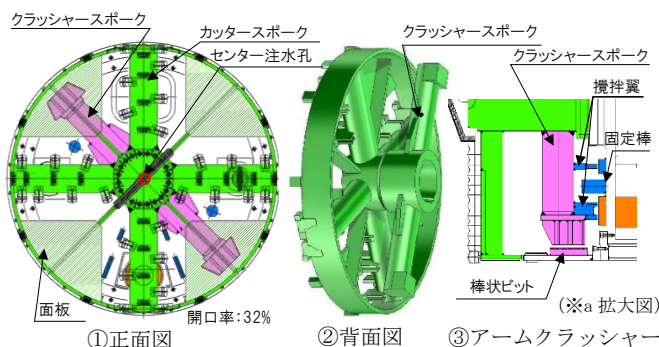


図-3 カッター構造図

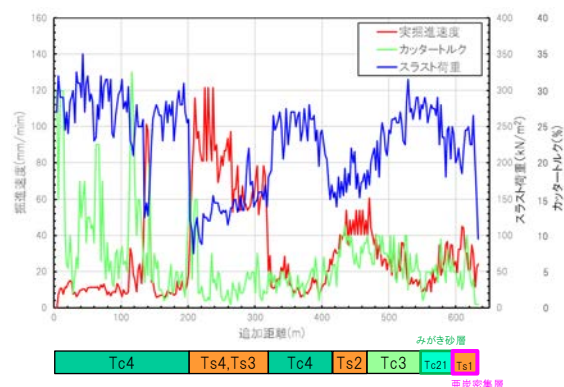


図-4 掘進速度, カッタートルク, スラスト荷重

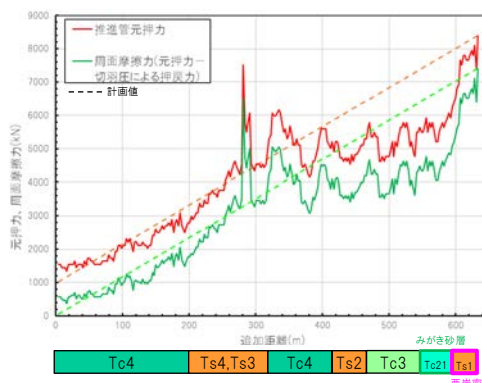


図-5 管周面摩擦力、推進管元押力